

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平5-76036

(43)公開日 平成5年(1993)3月26日

(51)Int.Cl. ⁵	識別記号	府内整理番号	F I	技術表示箇所
H 04 N 9/69		8942-5C		
B 41 J 2/52				
G 06 F 15/68	3 1 0	8420-5L		
G 09 G 5/00	T	8121-5G 7339-2C	B 41 J 3/ 00	A

審査請求 未請求 請求項の数8(全12頁) 最終頁に続く

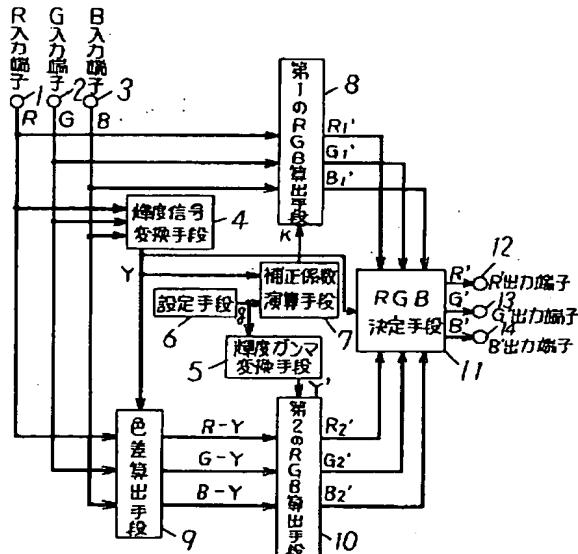
(21)出願番号	特願平3-236068	(71)出願人	000005821 松下電器産業株式会社 大阪府門真市大字門真1006番地
(22)出願日	平成3年(1991)9月17日	(72)発明者	阪上 茂生 大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器 産業株式会社内
		(72)発明者	丸野 進 大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器 産業株式会社内
		(72)発明者	山下 春生 大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器 産業株式会社内
		(74)代理人	弁理士 小銀治 明 (外2名) 最終頁に続く

(54)【発明の名称】 階調補正方法および装置

(57)【要約】

【目的】 カラー画像に対して、ダイナミックレンジ内で効果的な明るさ調整が行え、かつ色相や彩度の変化がない階調補正方法と装置を提供する。

【構成】 輝度ガンマ変換手段5で輝度入力信号を所望の階調特性にガンマ変換し、補正係数演算手段7で前記ガンマ変換後の輝度信号の前記輝度入力信号に対する比を演算し、第1のRGB算出手段8で色信号の比が入力色信号の比と同じである第1の色信号を算出し、第2のRGB算出手段10で色信号の差が入力色信号の差と同じである第2の色信号を算出し、RGB決定部11で、第1の色信号と第2の色信号とをもとに、階調変換された出力色信号を求める。



【特許請求の範囲】

【請求項1】R、G、B入力信号から輝度信号を求め、前記輝度信号を所望の階調特性にガンマ変換し、前記ガンマ変換後の輝度信号の前記ガンマ変換前の輝度信号に対する比を前記R、G、B入力信号の各々に乘じて第1の階調補正されたR、G、B信号を求め、前記ガンマ変換後の輝度信号に前記R、G、B入力信号と前記ガンマ変換前の輝度信号との差を加えることにより第2の階調補正されたR、G、B信号を求め、第1の階調補正されたR、G、B信号と第2の階調補正されたR、G、B信号とをもとに階調補正されたR、G、B出力信号を得る階調補正方法。

【請求項2】R、G、B入力信号から輝度信号を求め、前記輝度信号を所望の階調特性にガンマ変換し、前記ガンマ変換後の輝度信号の前記ガンマ変換前の輝度信号に対する比を前記R、G、B入力信号の各々に乘じて第1の階調補正されたR、G、B信号を求め、前記ガンマ変換後の輝度信号に前記R、G、B入力信号と前記ガンマ変換前の輝度信号との差を加えることにより第2の階調補正されたR、G、B信号を求め、ガムマ変換前の輝度信号の値に応じて、前記第1の階調補正されたR、G、B信号と前記第2の階調補正されたR、G、B信号との補間によって、階調補正されたR、G、B出力信号を得る階調補正方法。

【請求項3】R、G、B入力信号に対して、入力信号からガンマ変換前の輝度信号を求める輝度信号変換手段と、前記輝度信号を所望の階調特性にガンマ変換しガンマ変換後の輝度信号を求める輝度ガンマ変換手段と、前記ガンマ変換後の輝度信号の前記ガンマ変換前の輝度信号に対する比を演算する補正係数演算手段と、前記補正係数演算手段の出力と前記R、G、B各々の入力信号を乗ずる第1のRG B算出手段と、前記R、G、B入力信号と前記ガンマ変換前の輝度信号との差を求める色差信号算出手段と、前記ガンマ変換後の輝度信号と前記色差信号算出手部の出力信号とを加える第2のRG B算出手段と、第1のRG B算出手段の出力信号と第2のRG B算出手段の出力信号とをもとに階調補正されたR、G、B出力信号を得るRG B決定手段とを備えた階調補正装置。

【請求項4】ガンマ変換前の輝度信号の値に応じて前記第1のRG B算出手段の出力信号と前記第2のRG B算出手段の出力信号との補間によって階調補正されたR、G、B出力信号を求めるRG B決定手段を備えた請求項3記載の階調補正装置。

【請求項5】輝度信号と2種類の色差信号または2相変調されたクロマ信号とからなる入力信号に対して、前記輝度入力信号を所望の階調特性にガンマ変換し、前記ガンマ変換後の輝度信号の前記輝度入力信号に対する比を前記2種類の色差信号または前記クロマ信号に乗することにより、第1の階調補正された輝度信号と色差信号ま

たはクロマ信号を得、前記ガンマ変換された輝度信号と入力信号の色差信号またはクロマ信号によって、第2の階調補正された輝度信号と色差信号またはクロマ信号を得、第1の階調補正された輝度信号と色差信号またはクロマ信号と、第2の階調補正された輝度信号と色差信号またはクロマ信号とをもとに、階調補正された輝度信号と色差信号またはクロマ信号の出力信号を得る階調補正方法。

【請求項6】輝度信号と2種類の色差信号または2相変調されたクロマ信号とからなる入力信号に対して、前記輝度入力信号を所望の階調特性にガンマ変換し、前記ガンマ変換後の輝度信号の前記輝度入力信号に対する比を前記2種類の色差信号または前記クロマ信号に乗することにより、第1の階調補正された輝度信号と色差信号またはクロマ信号を得、前記ガンマ変換された輝度信号と入力信号の色差信号またはクロマ信号によって、第2の階調補正された輝度信号と色差信号またはクロマ信号を得、輝度入力信号の値に応じて、前記第1の階調補正された輝度信号と色差信号またはクロマ信号と前記第2の階調補正された輝度信号と色差信号またはクロマ信号との補間によって、階調補正された輝度信号と色差信号またはクロマ信号の出力信号を得る階調補正方法。

【請求項7】輝度信号と2種類の色差信号または2相変調されたクロマ信号とからなる入力信号に対して、前記輝度入力信号を所望の階調特性にガンマ変換しガンマ変換後の輝度出力信号を求める輝度ガンマ変換手段と、前記ガンマ変換後の輝度出力信号の前記輝度入力信号に対する比を演算する補正係数演算手段と、2種類の色差入力信号または2相変調されたクロマ信号に前記補正係数演算手段の出力補正係数を乗ずる色差変換手段と、前記色差変換手段の出力信号と前記色差またはクロマ入力信号とをもとに色差またはクロマ出力信号を得る色差決定手段とを備えた階調補正装置。

【請求項8】輝度入力信号の値に応じて前記色差変換手段の出力信号と前記色差またはクロマ入力信号との補間によって階調補正された色差またはクロマ出力信号を得る色差決定手段を備えた請求項7記載の階調補正装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、映像信号の階調変換に関するものであり、ビデオカメラやビデオプリンタの入力映像信号の明るさ調整に適する。

【0002】

【従来の技術】近年、ハードコピー技術、特にフルカラーのハードコピー技術の発展に伴い、昇華型熱転写方式などの印写技術を用いて高忠実な画像の再現が可能になってきている。色再現においては、記録材料や画像処理により銀塩写真と同等の再現能力を備えるに至り、また解像度の点でも、ハイビジョンなどの高精細な映像信号を用いることにより銀塩写真に迫りつつある。

【0003】しかし、プリンタの記録のダイナミックレンジは、高々数十倍であり、CRTに比べて一桁以上劣っているため、CRTに劣らないような美しい画像が再現できるのは、入力信号のダイナミックレンジがプリンタのダイナミックレンジを越えず、しかも最大限に利用しているときに限られる。このために、プリンタのAGC機能や黒レベル補正に対する提案がある。（特開昭62-209671）また、画像の明るさを調整する場合、テレビ受像機などでは、通常輝度信号に対するオフセットを設け、輝度信号のレベルシフト量を可変する事により行なっている。これは、CRTのように大きなダイナミックレンジを持つ表示デバイスに対してはうまく機能するが、プリンタの場合通常上下のダイナミックレンジを使い切っているためレベルシフトを与えると暗い方はインクの最大濃度に制限され、明るい方は紙面濃度に制限されて情報が欠落し、画質の劣化が生じる。

【0004】このため、ダイナミックレンジを変えずに階調特性を変化させ、画像中の明度のヒストグラムを制御して視覚的な明るさ調整を行なう方法が取られている。

【0005】これは、図11(A)のように、R、G、Bまたは輝度に対するガンマ変換を用いて階調特性を変換することにより実現できる。画像を明るくさせたい場合は、図のように画像中の最暗部と最明部をそのままにして、中間レベルを滑らかに明るい方へカーブさせる。こうする事により、画像中の明度のヒストグラムを明るい方向にシフトさせダイナミックレンジを変えずに画像の視覚的な明るさを調整することが可能である。

【0006】また、この技術の別の応用である、ビデオカメラの逆光補正について説明する。

【0007】ビデオカメラなどで明るい背景のもとで逆光の被写体を撮影する場合、カメラのアイリスを通常より開き光量を増すことが行なわれている。これは図11(B)に示すように、明るい背景の部分が飽和してしまい真っ白になり階調性がなくなってしまう。従って、この様な逆光の撮影にもガンマ変換により階調特性を変化させ中間調を明るくする方法が有効である。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】従来の階調補正法は、モノクロの画像に対しては問題なく機能するが、カラー画像に作用させると明るさを調節することはできるが、その色の色相と彩度を変えてしまうという課題がある。

【0009】図12は、従来のガンマ変換による階調補正をR、G、B各々に掛けた場合の出力を図示したもので、信号例としてR=0.3, G=0.4, B=0.5の場合を図示している。図12(A)は画像を明るくする場合であり、R、G、B各々が階調変換され各々の値は入力より大きくなり変換された画像は明るくなっている。しかし、出力のR:G:Bの比率が入力のR:G:Bの比率と異なっているため色相と彩度が変化し、原画像の色を再現す

ることができなくなる。この場合、比の値が1:1:1に近づくため彩度の低下が顕著である。

【0010】暗くした場合図12(B)も、階調変換されR、G、B各々の値は入力より小さくなり暗くなっているが、出力のR、G、Bの比率は入力と異なり、色相と彩度が変化し、特に比の値が拡大されることから不自然な彩度の拡大が顕著である。

【0011】このように、階調特性を変化させ画像のヒストグラムを変化させることによる従来の明度調整をカラー画像に適用すると、色相と彩度を変えてしまうという課題があった。

【0012】また、図13は、輝度と色差入力の映像信号の場合に、輝度信号に階調補正を掛け画像を明るくする場合を図示している。

【0013】前述の例と同じくR=0.3, G=0.4, B=0.5の場合即ち、NTSCでは輝度信号は

$$Y = 0.3R + 0.59G + 0.11B$$

であるからY=0.381の場合を図示しており、色差信号はR-Y = -0.081, B-Y = 0.119

20 になる。

【0014】この方法では、輝度信号の階調特性を可変するのであるから中間調の明るさを変えることが出来るのは自明であるが、R、G、B各々の階調特性を変化させた場合と同様に色相と彩度が変化する。明るく階調補正した場合は、階調変換された輝度信号の値は入力より大きくなり明るくなっているが、色差信号の振幅はそのままであるためR、G、Bに戻したとき、R=0.40
4. G=0.504, B=0.604となりやはりR、G、Bの比率は原画と異なり、R、G、Bの比の値が1:1:1に近づくため色相が変化し彩度の低下が生じる。

【0015】また、色信号の比を一定にする方法も考えられるが、輝度信号の大きな画素に対しては、R、G、Bの比を一定にして明るく階調補正すると、画像の再現範囲（例えば、R、G、B ≤ 1）を越えるために、再現された画像の色相や彩度が不自然に変化する。

【0016】以上のように、R、G、B個別の階調補正や輝度信号に対する階調変換や、輝度の大きな画素に対しても色信号の比を一定にする色信号変換では、色を変えずに明るさだけを調整することが出来ないという課題があった。

【0017】本発明は、これら点に鑑みて、ダイナミックレンジ内で効果的な明るさ調整が行え、かつ色相や彩度の変化がない階調補正方法と装置を提供することを目的としている。

【0018】

【課題を解決するための手段】R、G、B入力信号に対して、入力信号からガンマ変換前の輝度信号を求める輝度信号変換手段と、前記輝度信号を所望の階調特性にガンマ変換しガンマ変換後の輝度信号を求める輝度ガンマ変換手段と、前記ガンマ変換後の輝度信号の前記ガンマ

5

変換前の輝度信号に対する比を演算する補正係数演算手段と、前記補正係数演算手段の出力と前記R、G、B各々の入力信号を乗ずる第1のRGB算出手段と、前記R、G、B入力信号と前記ガンマ変換前の輝度信号との差を求める色差信号算出手段と、前記ガンマ変換後の輝度信号と前記色差信号算出手部の出力信号とを加える第2のRGB算出手段と、第1のRGB算出手段の出力信号と第2のRGB算出手段の出力信号とをもとに階調補正されたR、G、B出力信号を得るRGB決定手段とを備えた階調補正装置を構成する。

【0019】または、輝度信号と2種類の色差信号または2相変調されたクロマ信号とからなる入力信号に対して、前記輝度入力信号を所望の階調特性にガンマ変換し、ガンマ変換後の輝度出力信号を求める輝度ガンマ変換手段と、前記ガンマ変換後の輝度出力信号の前記輝度入力信号に対する比を演算する補正係数演算手段と、2種類の色差入力信号または2相変調されたクロマ信号に前記補正係数演算手段の出力補正係数を乗ずる色差変換手段と、前記色差変換手段の出力信号と前記色差またはクロマ入力信号とをもとに色差またはクロマ出力信号を得る色差決定手段とを備えた階調補正装置を構成する。

【0020】

【作用】上記第1の構成によれば、R、G、B入力信号に対して、輝度信号変換手段によってガンマ変換前の輝度信号を求め、輝度ガンマ変換手段によって前記輝度信号に所望の特性の階調変換を施し、ガンマ変換後の輝度信号を求める。補正係数演算手段によって、前記ガンマ変換前の輝度信号に対する前記ガンマ変換後の輝度信号の比（補正係数）を求め、第1のRGB算出手段によってR、G、B入力信号各々に前記補正係数を乗じて第1の階調補正されたR、G、B信号を求める。色差信号算出手段によって前記R、G、B入力信号と前記ガンマ変換前の輝度信号とからガンマ変換前の色差を求め、第2のRGB算出手段によって前記ガンマ変換後の輝度信号に前記ガンマ変換前の色差を加えて第2の階調補正されたR、G、B信号を求める。RGB決定手段によって、前記第1の階調補正されたR、G、B信号と前記第2の階調補正されたR、G、B信号をもとに階調補正されたR、G、B信号を求めて、出力する。これによって、R、G、B入力信号に対して、輝度成分が所望の階調特性に従い、かつ色相や彩度の変化が少ない階調変換を行なうものである。

【0021】また、第2の構成によれば、輝度と2種類の色差またはクロマ入力信号に対して、輝度ガンマ変換手段によって、前記輝度入力信号に対して所望の特性の階調変換を施し、ガンマ変換後の輝度信号を求め、出力輝度信号とする。補正係数演算手段によって前記ガンマ変換後の輝度信号の前記輝度入力信号に対する比（補正係数）を求め、色差変換手段によって前記2種類の色差またはクロマ入力信号各々に前記補正係数を乗じて色差

6

変換信号を求める。色差決定手段によって、前記色差変換信号と前記色差またはクロマ入力信号をもとに、出力色差またはクロマ信号を求める。これによって、輝度と2種類の色差またはクロマ入力信号に対して、輝度成分が所望の階調特性に従い、かつ色相や彩度の変化が少ない階調変換を行なうものである。

【0022】

【実施例】本発明の構成について、実施例に基づいて説明する。

10 【0023】図1は、第1の発明の実施例の階調補正装置のブロック図である。本発明は、R、G、B入力画像信号に対して、階調補正されたR、G、B信号を出力する階調補正装置である。図1において、1はR入力端子、2はG入力端子、3はB入力端子、4はR、G、B

信号から輝度信号Yを求める輝度信号変換手段、5は輝度信号Yに所望の階調変換を施してガンマ変換後の輝度信号Y'を出力する輝度ガンマ変換手段、6は輝度ガンマ変換手段5に所望の階調変換を設定する設定手段、7はガンマ変換後の輝度信号Y'のガンマ変換前の輝度信号Yに対する比率（補正係数K）を求める補正係数演算手段、8は補正係数KをR、G、B入力信号のそれぞれに乘算して第1の階調補正されたR、G、B信号

(R_1', G_1', B_1') を求める第1のRGB算出手段、9はR、G、B入力信号とガンマ変換前の輝度信号Yとの差 $(R - Y), (G - Y), (B - Y)$ を求める色差算出手段、10は色差算出手段9が出力する3種類の色差信号 $(R - Y), (G - Y), (B - Y)$ にガンマ変換後の輝度信号Y'を加えて第2の階調補正されたR、G、B信号 (R_2', G_2', B_2') を求める第2のRGB算出手段、11は第1のRGB算出手段の出力する第1の階調補正されたR、G、B (R_1', G_1', B_1') と第2のRGB算出手段の出力する第2の階調補正されたR、G、B (R_2', G_2', B_2') からR、G、B出力信号 (R', G', B') を求めるRGB決定手段、12はR'出力端子、13はG'出力端子、14はB'出力端子である。

【0024】輝度信号変換手段4はR、G、B信号から人間の視感度特性に合わせて輝度Yを求める働きをするもので、特性はR、G、Bの各原色の色度により異なるが、本実施例では、（数1）の変換特性を備えた構成をしている。

【0025】

【数1】

$$Y = 0.3R + 0.58G + 0.11B$$

【0026】輝度ガンマ変換手段5は、（数1）で表わされる輝度Yに所望の階調変換を施すもので、これによって、ガンマ変換後の輝度Y'が求められる。輝度信号の階調特性を変化させるガンマ変換特性をfとすると、ガンマ変換後の輝度信号Y'を（数2）で表すことができる。

50 【0027】

【数2】

$$Y' = f(Y)$$

【0028】通常、関数 f は輝度のダイナミックレンジを変えないという条件から、図11(A)のように黒原点と最大明度は変えずに中間調のカーブを変化させるような特性をもたせることが好ましい。従って、本実施例では(数3)の関数を用いている。

【0029】

【数3】

$$f(Y) = Y^g$$

【0030】(数3)において、 g はガンマ変換係数で、設定手段6によって、輝度ガンマ変換手段5に与えられる。図2は、(数3)に基づいて中間調レベルの輝度を変化させるガンマ変換特性を示した図である。設定手段6は、画像を明るくする場合には1より小さなガンマ変換係数 g を与え、画像を暗くする場合には1より大きな g を与える。画像の明るさを変化させないとときは、設定手段6は輝度ガンマ変換手段5に"1"をガンマ変換係数 g として与える。

【0031】補正係数演算手段7は、ガンマ変換前の輝度信号 Y に対するガンマ変換後の輝度信号 Y' の比率(補正係数) K を算出するものである。 Y' が(数2)および(数3)に表わされるような Y の関数であることから、補正係数 K は(数4)に示されるようにガンマ補正前の輝度 Y から求めることができる。

【0032】

【数4】

$$\begin{aligned} K &= Y' / Y \\ &= f(Y) / Y \\ &= Y^g / Y \\ &= Y^{g-1} \end{aligned}$$

【0033】図3に、補正係数演算手段7の出力 K 、輝度信号 Y に対する特性を示す。補正係数演算手段7の構成を図4に示す。図4において、15はガンマ変換係数入力端子、16は輝度入力端子、17はページ情報変換部、18はアドレスが12bit、データが8bitのROM(読みだし専用メモリ)、19は補正係数出力端子である。入力の輝度情報を8bitとすると、ひとつのガンマ変換係数 g の値に対するテーブルは256Byteになる。この様なテーブルを g の値に応じて16組備えている。階調変換特性の選択は、設定手段6から与えられる g を、ページ情報変換部17によって4bitのページ情報に変換し、ROMの上位アドレスに与え、テーブルを切り換えることにより実現している。図5は、ガンマ変換係数 g の値とページ情報との関係を示した図である。

【0034】図6に第1のRGB算出手段8の構成図を示す。図6において、20はR入力端子、21はG入力端子、22はB入力端子、23は補正係数が入力されるK入力端子、24、25、26は乗算器、27はR₁'出力端子、28はG

、出力端子、29はB₁'出力端子である。第1のRGB算出手段8では、R、G、B入力信号に、補正係数演算手段7が出力する補正係数 K を掛けて、(数5) (数6) (数7)に従って、第1の階調補正されたRGB信号(R₁', G₁', B₁')を得る。

【0035】

【数5】

$$R_1' = KR$$

【0036】

【数6】

$$G_1' = KG$$

【0037】

【数7】

$$B_1' = KB$$

【0038】第1の階調補正されたRGB信号の輝度は Y' で、(数4)の関係から、(数8)の関係が導かれる。

【0039】

【数8】

$$Y' = KY$$

【0040】(数5) (数6) (数7)および(数8)から(数9)が導かれる。

【0041】

【数9】

$$\begin{aligned} \frac{R_1' - Y'}{Y'} &= \frac{R - Y}{Y} \\ \frac{G_1' - Y'}{Y'} &= \frac{G - Y}{Y} \\ \frac{B_1' - Y'}{Y'} &= \frac{B - Y}{Y} \end{aligned}$$

【0042】すなわち、第1の階調補正されたRGB信号(R₁', G₁', B₁')は、補正前のRGB信号(R, G, B)に比べて、輝度は K 倍になっているが、輝度と色差の比は変わっていない。

【0043】色差算出手段9は、R、G、B入力信号とガンマ変換前の輝度信号との差、すなわち、(R-Y)、(G-Y)、(B-Y)を求める。図7は、第2のRGB算出手段10の構成を示す。図7において、30は(R-Y)入力端子、31は(G-Y)入力端子、32は(B-Y)入力端子、33はガンマ変換後の輝度 Y' が入力されるY'入力端子、34、35、36は加算器、37はR₂'出力端子、38はG₂'出力端子、39はB₂'出力端子である。図7に示されるように、第2の階調補正されたRGB信号(R₂', G₂', B₂')は、入力信号の色差(R-Y, G-Y, B-Y)にガンマ変換後の輝度信号 Y' を加え、(数10)に従って、算出される。

【0044】

【数10】

$$\begin{aligned} R_2' &= R - Y + Y \\ G_2' &= G - Y + Y \\ B_2' &= B - Y + Y \end{aligned}$$

【0045】(数10)から、階調補正前後の色差の関係は、(数11)で表わされ、

【0046】

【数11】

$$\begin{aligned} R_2' - Y' &= R - Y \\ G_2' - Y' &= G - Y \\ B_2' - Y' &= B - Y \end{aligned}$$

【0047】階調補正前に比べて、階調補正後のRGB信号は、輝度はK倍になっているが、色差は変わっていない。

【0048】図8に、RGB決定手段11の構成図を示す。40は輝度入力端子、41はR₁'入力端子、42はG₁'入力端子、43はB₁'入力端子、44はR₂'入力端子、45はG₂'入力端子、46はB₂'入力端子、47はRGB内挿部、48はR'出力端子、49はG'出力端子、50はB'出力端子で、*20

$$\begin{aligned} 0 \leq Y < \alpha_1 \text{ の時 } p &= 0 \\ \alpha_1 \leq Y < \alpha_2 \text{ の時 } p &= (Y - \alpha_1) / (\alpha_2 - \alpha_1) \\ \alpha_2 \leq Y < \beta_1 \text{ の時 } p &= 1 \\ \beta_1 \leq Y < \beta_2 \text{ の時 } p &= (Y - \beta_1) / (\beta_2 - \beta_1) \\ \beta_2 \leq Y \leq 1 \text{ の時 } p &= 0 \end{aligned}$$

【0052】図9に、(数13)によって設定される内分比pのグラフを示す。このように、ガンマ変換前の輝度Yに応じて入力画素を、中間調輝度の画素、非常に低輝度もしくは高輝度の画素、および少し低輝度もしくは高輝度の画素に分類し、中間輝度の画素については、第1の階調補正されたRGB信号を選択し、非常に低輝度もしくは高輝度の画素については、第2の階調補正されたRGB信号を選択し、少し低輝度もしくは高輝度の画素については、第1の階調補正されたRGB信号を第2の階調補正されたRGB信号との内挿によって、階調補正されたRGB信号(R', G', B')が決定される。

【0053】このような本実施例の階調補正装置によって、輝度成分が所望の階調特性に従い、かつ色相や彩度の変化が少ない階調変換が可能となる仕組みについて、以下に説明する。第1の階調補正されたRGB信号(R₁', G₁', B₁')も、第2の階調補正されたRGB信号(R₂', G₂', B₂')も、輝度はY'であり、Y'は(数2)に従って、輝度入力信号Yに所望の階調特性を持ったガンマ変換を施したものである。

$$\begin{aligned} g < 1 \text{ の時 } (R_1' - Y') &\gg (R_2' - Y'), (G_1' - Y') \gg (G_2' - Y'), (B_1' - Y') \gg (B_2' - Y') \\ g > 1 \text{ の時 } (R_1' - Y') &\ll (R_2' - Y'), (G_1' - Y') \ll (G_2' - Y'), (B_1' - Y') \ll (B_2' - Y') \end{aligned}$$

【0058】また、図2より、ガンマ変換前の輝度Yとガンマ変換後の輝度Y'の大小関係は、(数16)で表わ

*ある。RGB内挿部47では、ガンマ変換前の輝度Yの値に応じて、端子41, 42, 43から入力される第1の階調補正されたRGB信号と、端子44, 45, 46から入力される第2の階調補正されたRGB信号との内挿によって、階調補正後のRGB信号(R', G', B')を求め、出力する。すなわち、階調補正後のRGB信号(R', G', B')は、(R₁', G₁', B₁')と(R₂', G₂', B₂')とをp:(1-p)の比率で内分して、(数12)に従って決定する。

10 【0049】

【数12】

$$\begin{aligned} R' &= pR_1' + (1-p)R_2' \\ G' &= pG_1' + (1-p)G_2' \\ B' &= pB_1' + (1-p)B_2' \end{aligned}$$

【0050】(数12)における内分比pは、(数13)に従って設定する。

【0051】

【数13】

※【0054】第1の階調補正されたRGB信号(R₁', G₁', B₁')と第2の階調補正されたRGB信号(R₂', G₂', B₂')を比較すると、(数9)、(数34)および(数11)より、(数14)の関係が導かれる。

【0055】

【数14】

$$\begin{aligned} R_1' - Y' &= (Y/Y)(R - Y) \\ &= K(R - Y) \\ &= K(R_2' - Y') \\ G_1' - Y' &= K(G_2' - Y') \\ B_1' - Y' &= K(B_2' - Y') \end{aligned}$$

【0056】補正係数Kは、図3に示されるような特性40を持つものであるから、(R₁', G₁', B₁')と(R₂', G₂', B₂')における色差の大小関係は、(数15)で表わされる。

【0057】

【数15】

される。

50 【0059】

【数16】

 $g < 1$ の時 $Y' > Y$ $g > 1$ の時 $Y' < Y$ 【0060】(数15) よび (数16) から、 (R_1', G_1', B_1') * $Y' > Y$ の時 $(R_1' - Y') \gg (R_2' - Y')$, $(G_1' - Y') \gg (G_2' - Y')$, $(B_1' - Y') \gg (B_2' - Y')$ $Y' < Y$ の時 $(R_1' - Y') \ll (R_2' - Y')$, $(G_1' - Y') \ll (G_2' - Y')$, $(B_1' - Y') \ll (B_2' - Y')$

【0062】すなわち、輝度が高くなるように階調補正したときには、第1の階調補正されたRGB信号 (R_1', G_1', B_1') のほうが色差が大きく、輝度が低くなるように階調補正されたときには、第2の階調補正されたRGB信号 (R_2', G_2', B_2') のほうが、色差が大きくなる。

【0063】従来の階調補正装置では、明るく補正したとき(図12(A)参照)には、充分な色差が得られず、彩度が低下したが、本実施例の階調補正装置では、中間輝度の画素については、第1の階調補正されたRGB信号を出力し、色差の比を保つことによって、彩度の低下を防ぐことができる。また、従来の階調補正装置では、暗く補正したとき(図12(B)参照)には、色差が大きすぎるために、不自然な彩度の拡大が顕著であったが、本実施例の階調補正装置では、中間輝度の画素については、第1の階調補正されたRGB信号を出力し、色差の比を保つことによって、彩度の拡大を防ぐことができる。

【0064】(数17)に示されるように、第1の階調補正されたRGB信号 (R_1', G_1', B_1') では、明るく補正されたときには色差を拡大するので、高輝度の画素を明るく補正したときに、RGB出力信号が1を超えるため、再現不可能となり、色相が変化することがある。本実施例の階調補正装置では、非常に低輝度もしくは高輝度の画素については、第2の階調補正されたRGB信号 (R_2', G_2', B_2') を出力する。 (R_2', G_2', B_2') は (R_1', G_1', B_1') よりも、色差を抑えることができるので、RGB出力信号を再現可能な範囲($0 \leq R, G, B \leq 1$)に抑えることができ、色相の変化を防ぐことができる。

【0065】また、(数12)に示されるように、少し低輝度もしくは高輝度の画素については、第1の階調補正されたRGB信号 (R_1', G_1', B_1') と第2の階調補正されたRGB信号 (R_2', G_2', B_2') との内挿によって、RGB出力信号を求ることにより、輝度が徐々に変化する画像において、色差の急激な変化によって疑似輪郭ができるのを防ぐことができる。

【0066】図10は、輝度信号と色差信号を処理する第2の発明の実施例の階調補正装置のブロック図である。本発明の階調補正装置は、輝度入力信号Yと2つの色差入力信号(R-Y)および(B-Y)からなる画像入力信号に対して、階調補正された輝度出力信号Y'を2つの色差出力信号(R'-Y')および(B'-Y')を出力するもの

* G_1', B_1' と (R_2', G_2', B_2') における色差の大小関係は、(数17)のように表わすことができる。

【0061】

【数17】

である。図10において、51はY入力端子、52は(R-Y)入力端子、53は(B-Y)入力端子、54は色差変換手段、55は色差決定手段、56はY'出力手段、57は(R'-Y')出力手段、58は(B'-Y')出力手段である。

【0067】本実施例の階調補正装置における輝度ガンマ変換手段5、設定手段6、補正係数演算手段7は、第1の発明の実施例における輝度ガンマ変換手段5、設定手段6、補正係数演算手段7と同じもので、輝度ガンマ変換手段5が、設定手段6によって設定された所望の階調補正を輝度入力信号Yに施し、補正係数演算手段7は図4に示した構成を持ち、輝度入力信号Yに対する輝度出力信号Y'の比(補正係数K)を出力する。色差変換手段54は2つの色差入力信号(R-Y)および(B-Y)に補正係数Kを乗じて、(数18)に従って、第1の階調補正された色差信号 $(R_1' - Y')$ および $(B_1' - Y')$ を求める。

【0068】

【数18】

$$R_1' - Y' = K(R - Y)$$

$$B_1' - Y' = K(B - Y)$$

【0069】階調補正後の輝度信号Y'は輝度入力信号Yによって(数8)のように表わすことができる。そこで(数18)に代入すると、(数19)に示されるように、第1の階調補正された色差信号においては、階調補正の前後において色信号の比が変わらない。

【0070】

【数19】

$$R_1' = KR$$

$$B_1' = KB$$

【0071】色差決定手段55は、第1の階調補正された色差信号 $(R_1' - Y')$ および $(B_1' - Y')$ と色差入力信号(R-Y)および(B-Y)から、輝度入力信号Yに応じて(数20)のように、色差出力信号 $(R' - Y')$ および $(B' - Y')$ を決定する。

【0072】

【数20】

$$R' - Y' = p(R_1' - Y_1') + (1-p)R$$

$$G' - Y' = p(G_1' - Y_1') + (1-p)G$$

$$B' - Y' = p(B_1' - Y_1') + (1-p)B$$

13

【0073】(数20)における内分比 p は、(数13)に従って、設定する。本発明においても、第1の発明と同様に、中間輝度の画素については、第1の階調補正された色差信号($R_1' - Y'$)および($B_1' - Y'$)を出力し、色差の比を保つことによって、明るく補正したときの彩度の低下を防ぎ、暗く補正したときの彩度の拡大を防ぐことができる。また、非常に低輝度もしくは高輝度の画素については、色差入力信号($R - Y$)および($B - Y$)を出力し、($R_1' - Y'$)および($B_1' - Y'$)よりも明るく補正したときの色差を抑えることによって、色差出力信号を再現可能な範囲($0 \leq R, G, B \leq 1$)に抑えることができ、色相の変化を防ぐことができる。また、(数20)に示されるように、少し低輝度もしくは高輝度の画素については、($R_1' - Y'$)および($B_1' - Y'$)と($R - Y$)および($B - Y$)との内挿によって、色差出力信号を求めることにより、輝度が徐々に変化する画像において、色差の急激な変化によって疑似輪郭ができるのを防ぐことができる。

【0074】なお、本発明では、色差信号に $R - Y$ 、 $B - Y$ を用いたがこれらを振幅で正規化した P_R 、 P_B でも同様であり、復調する前の2相変調されたクロマ信号でも処理が1系統になるだけで同様の構成で階調補正を行うことができる。

【0075】第1の発明においても、第2の発明においても、ガンマ変換には Y^{α} の関数を用いて説明したが、より自由な非線形関数を用いても全く問題がない。また、補正係数演算手段にROMテーブルを用い、設定手段でテーブルの内容を切り替える構成を説明したが、RAMを用いCPU等により装置の起動時および設定変更時にテーブル内容を再計算することもできる。また、テーブルを用いずに実施例中の式で説明した内容をハードウェアで演算することも可能である。また、実施例中の補正係数演算式では輝度成分が0に近づくと非常に大きな値をとることがあるので、実現に際しては適当なリミッタが必要である。

【0076】

【発明の効果】第1の発明および第2の発明の階調補正装置を用いると、R、G、B入力や輝度と色差入力、および輝度とクロマ入力の機器に対して、ダイナミックレンジの範囲を越えずに効果的な明るさ調整が行え、かつ

14

色相と彩度が変化しない階調補正を行うことが可能になったため、プリンタのようなダイナミックレンジの狭い機器における明度調整、およびビデオカメラで極端にダイナミックレンジの広い逆光撮影等における明度補正等において、従来モノクロ信号で用いられてきた手法と同じく簡単に画像の輝度成分の階調特性を変化させて画像のヒストグラム変化を利用した明度制御を行うことが可能になった。

【0077】以上のように、効果が自然で大きく適用範囲が極めて広いものである。

【図面の簡単な説明】

【図1】第1の発明の実施例の階調補正装置のブロック図

【図2】ガンマ変換手段の特性を表わすグラフ

【図3】補正係数演算手段の特性を表わすグラフ

【図4】補正係数演算手段の構成を示す図

【図5】ページ情報変換部の特性を表わす図

【図6】第1の発明の実施例における第1のRGB算出手段の構成図

【図7】同実施例における第2のRGB算出手段の構成図

【図8】同実施例におけるRGB決定手段の構成図

【図9】内分比の特性を表わすグラフ

【図10】第2の発明の実施例階調補正装置のブロック図

【図11】階調変換特性の説明のためのグラフ

【図12】従来のRGBに対する階調補正の特性を示すグラフ

【図13】従来の輝度に対する階調補正の特性を示すグラフ

30 【符号の説明】

4 輝度信号変換手段

5 輝度ガンマ変換手段

7 補正係数演算手段

8 第1のRGB算出手段

10 第2のRGB算出手段

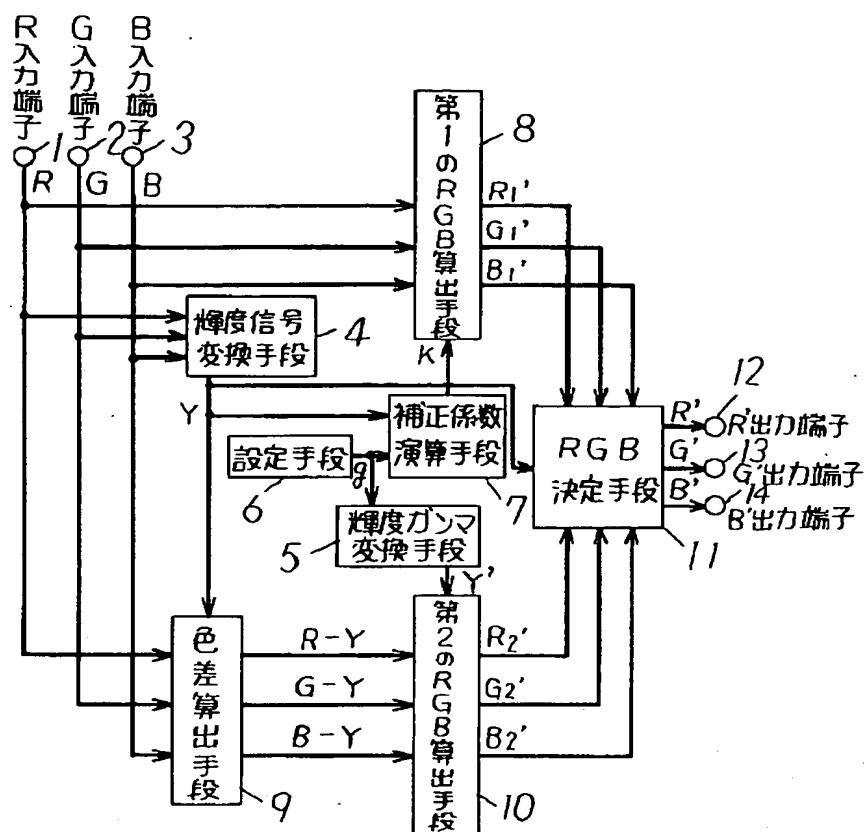
11 RGB決定手段

47 RGB内挿部

54 色差変換手段

40 55 色差決定手段

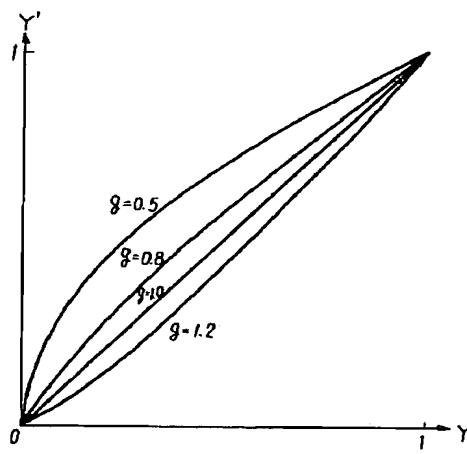
【図1】



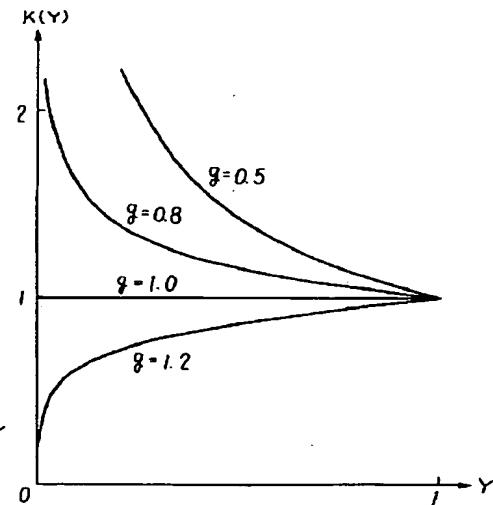
【図5】

g	A_{II}	A_{I0}	A_0	A_B
0.6	0	0	0	0
0.65	0	0	0	1
0.7	0	0	1	0
0.75	0	0	1	1
0.8	0	1	0	0
0.85	0	1	0	1
0.9	0	1	1	0
0.95	0	1	1	1
1.0	1	0	0	0
1.05	1	0	0	1
1.1	1	0	1	0
1.15	1	0	1	1
1.2	1	1	0	0
1.25	1	1	0	1
1.3	1	1	1	0
1.35	1	1	1	1

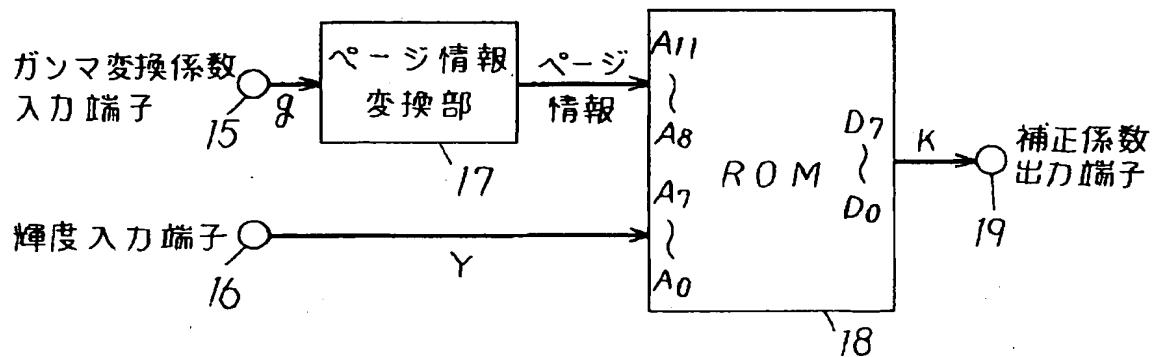
【図2】



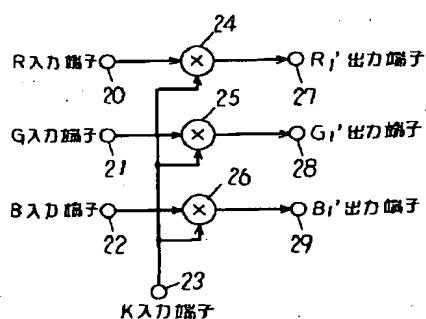
【図3】



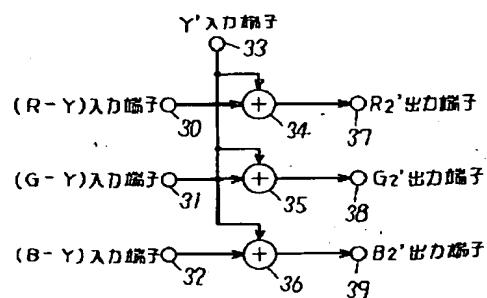
【図4】



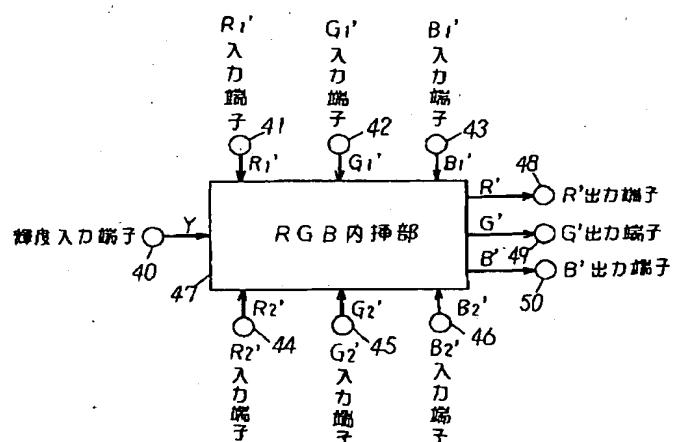
【図6】



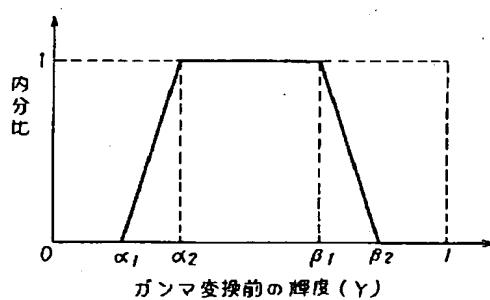
【図7】



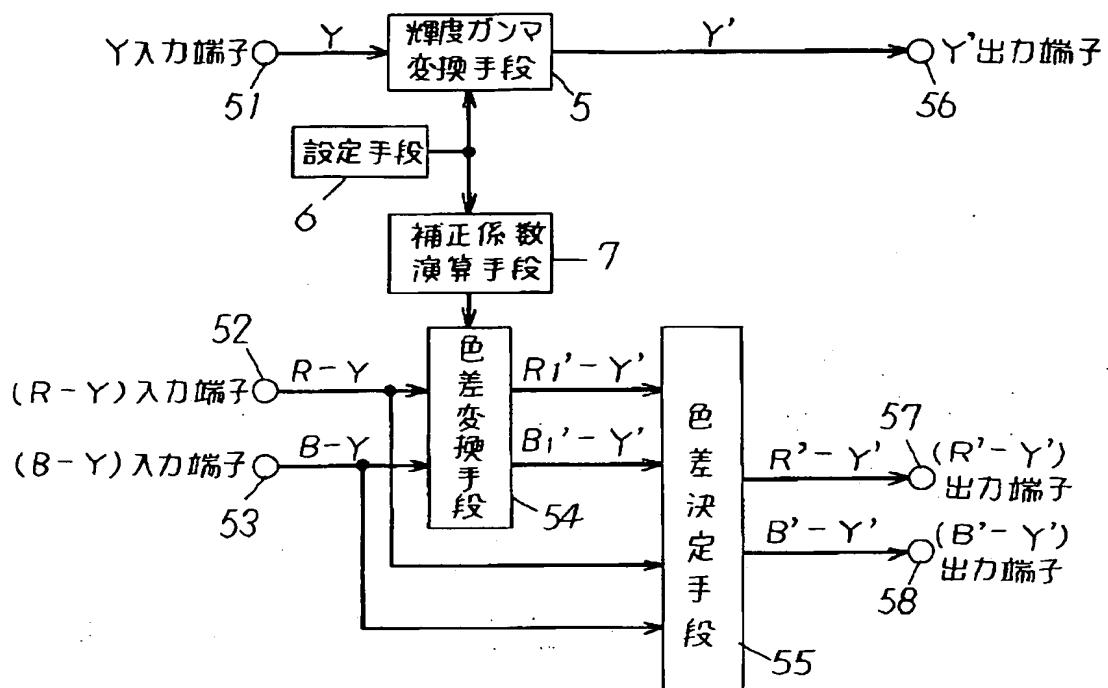
【図8】



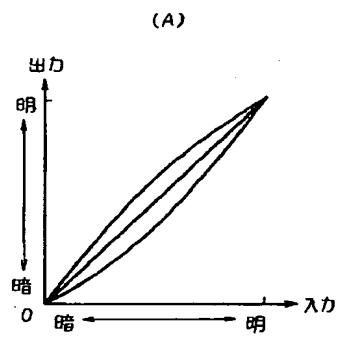
【図9】



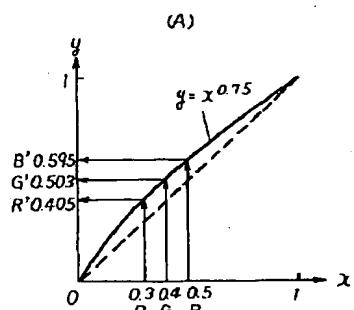
【図10】



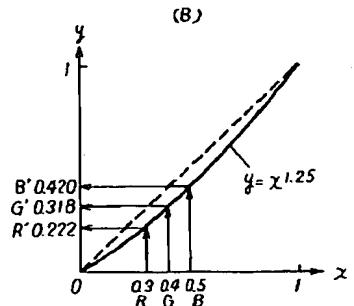
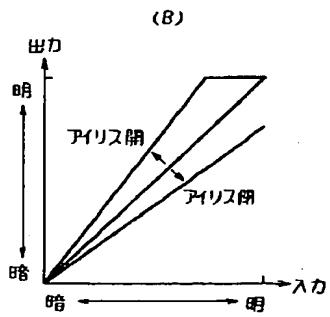
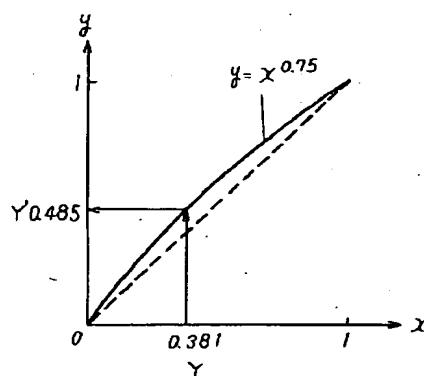
【図11】



【図12】



【図13】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.³ 識別記号 廣内整理番号 技術表示箇所
G 0 9 G 5/00 H 8121-5G
X 8121-5G
5/02 9175-5G

(72)発明者 松本 泰樹
大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器
産業株式会社内

(72)発明者 石原 秀志
大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器
産業株式会社内